

**SECTION: PHYSICS AND MATHEMATICS**

Гапochenko Світлана, Ткаченко Світлана  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
(Харків, Україна)

**ВИТОКИ ЕСТЕТИКИ СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ**

*В работе анализируется влияние религиозных верований и эстетических взглядов древнегреческих философов (пифагорейцев, Платона) и христианских ученых (Н. Коперника, И. Кеплера) на разработанные ими модели Вселенной.*

**Ключевые слова:** эстетика, религия, космологические модели, гармония

*In the article there are analyzed the influence of the religious creed and aesthetical opinions of Ancient Greece philosophers (Pythagoreans, Plato) and Christian scientists (N. Copernicus, J. Kepler) on their models of University.*

**Key words:** aesthetics, religion, cosmologic models, harmony

Перед вищими технічними навчальними закладами України (і не тільки України) наразі постали дві проблеми. Перша більш глобальна і пов'язана з необхідністю трансформації технократичного мислення (у сенсі технічного відношення до всього) широкого загалу в напрямку більш холістичного і гуманістично орієнтованого мислення. Друга проблема виникла у зв'язку з розширенням змісту і експоненціальним зростанням об'єму наукового знання, що зумовлює включення все більшої кількості предметів до навчальної програми. Як результат маємо скорочення кількості годин на кожну дисципліну, що спричиняє спрощення курсів і призводить у цілому до зниження рівня освіти.

Безсумнівно вирішення цих проблем потребує нового змісту освіти і нових форм організації освітньої діяльності. Один із можливих напрямків — це розробка курсів, у межах яких могла б здійснюватися ефективна інтеграція світоглядного змісту фундаментальних природознавчих наук (фізики, хімії), математики і гуманітарних дисциплін. У цьому контексті особливого значення набуває історія науки, предметне поле якої надає широкі можливості для досягнення зазначеної мети, але які не використовуються в значній мірі.

Уявлення, зокрема, про історію фізики складається (навіть у вчених), в більшій мірі, на основі відомих наукових досягнень, які наводяться в класичних працях, а пізніше у підручниках, за якими кожне нове покоління наукових співробітників і інженерів навчається основам своєї практичної діяльності. Із цієї літератури часто витікає, що зміст науки складають тільки експерименти, закони і теорії, які описуються на їхніх сторінках. Прогрес фізики виступає як кумулятивний процес, що не відповідає дійсності.

Різні реконструкції історії науки (зокрема, К. Поппер, І. Лакатос), які існують на цей час, мають на меті встановлення закономірностей в розвитку науки. Здебільшого вони мають раціональний характер. Проте в історії науки все далі утверджується думка, що не тільки факти і спостереження визначають хід розвитку науки (наприклад, Л. Флек, Т. Кун, А. Койре). Діяльність вчених визначається насамперед деякою сукупністю загальноприйнятих уявлень, що входять до складу методології конкретної галузі науки. Серед таких уявлень особливе місце посідає уявлення про красу як зовнішнього світу, так і фізичної теорії, яка є його відображенням.

Як показує аналіз, поняття краси у науці, зокрема у фізиці та математиці, має два аспекти: об'єктивний і суб'єктивний. Об'єктивний зміст краси фізико-математичного знання пов'язується із принципами гармонії, симетрії, простоти [1]. Раніше [2] нами було показано, що ці принципи, насамперед принцип симетрії, відіграють ключову роль у сучасній фізиці. Але питання, чому саме ці поняття є дороговказами при створенні якісно нового фізико-математичного знання, чому вони займають важливе місце у світосприйманні видатних фізиків та математиків, як формується відчуття краси фізико-математичного знання у окремого вченого, є відкритими. Багато вчених намагалися знайти відповідь на ці питання, осмислюючи процес наукової творчості. Так, відомий фізик-теоретик А. Ейнштейн (1879 – 1955) писав, що одним із факторів, які спонукають людину до занять наукою є бажання “якимось адекватним засобом створити для себе просту і ясну картину світу... Цим займається художник, поет, теоретизуючий філософ і натураліст, кожний по-своєму. Наука зближується із мистецтвом, тобто з естетикою, й найвище естетичне значення має проста і ясна картина світу” [3, с. 11]. Він вбачав нерозривний зв'язок науки і мистецтва у тому, що їхні кінцеві задачі єдині — пізнання і відображення гармонії реального світу. Особливу **актуальність** пошук відповідей на поставлені вище питання має у контексті виявлення шляхів формування якісно нового знання. Ейнштейн зазначав, що “вищим обов'язком фізиків є пошук тих загальних елементарних законів, із яких шляхом чистої дедукції можна отримати картину світу. До цих законів веде не логічний шлях, а тільки інтуїція, яка базується на проникненні у сутність досліду. ... ніякий логічний шлях не веде від спостережень до основних принципів теорії. У цьому сутність того, що Лейбніц... назвав “передусталеною гармонією” [3, с. 11]. Таким чином, у процесі пізнання “передусталеної гармонії” на перший план виходять метафізичні чинники, зокрема естетичні та релігійні погляди вчених. Тому дослідження на цій ниві є **актуальною задачею**.

**Метою роботи** є дослідження впливу релігійних переконань та естетичних поглядів давньогрецьких філософів (піфагорійці, Платон) та християнських вчених (Н. Коперник, Й. Кеплер) на розроблені ними моделі Всесвіту.

Ідея математики як засобу пізнання Всесвіту і краси як засобу верифікації цього знання зародилась в Стародавній Греції і лейтмотивом пройшла через всю історію фізики до сьогодення. Поняття краси змінювалось протягом тисячоліть, але, як зазначалося раніше, було і залишається одним із визначальних чинників у розробці фундаментальних моделей Всесвіту. Ще в

працях іонійських «фісiологiв» поняття гармонiї набуло кристалiчної чiткостi, як аспектi краси, як всеохватної риси буття, як iснування єдиного в рiзноманiттi явищ зовнiшнього свiту. Школою Пiфагора (VI – V ст. до н.е.) була розроблена математична теорiя гармонiї. “Найгарнiшого” (гармонiйного) поєднання можна досягнути лише за допомогою пропорцiї. Це була революцiйна iдея, яка проголошувала, що математика, математичний порядок є тим першопринципом, на основi якого може бути досягнута гармонiя Всесвiту. Пiфагорiйцi відкрили закони музичної гармонiї. Рiвномiрний рух планет по круговим орбiтам навколо Землi також підкоряється цим законам. Рухаючись, планети випромiнюють звук певного тону. Всесвiт наповнений нечутою музикою. Як не згадати в цьому контекстi сучасну теорiю суперструн, яка об'єднує всi чотири фiзичних взаємодiї. Елементарнi частинки є модами коливань струн. За двi з половиною тисячi рокiв здогадки древнiх грекiв набули нового звучання.

Вчення пiфагорiйцiв було в подальшому розвинене Платоном (428 – 348 до н.е.) [4]. Космологiя Платона базується на чотирьох елементах: земля, повiтря, вогонь i вода. У вiдповiдностi до естетики пiфагорiйцiв Платон встановлює залежнiсть краси вiд величини, порядку i мiри. Вiдчуття краси виникає за певного пропорцiйного змiшування елементiв. Творець встановив мiж цими елементами “найбiльш можливи точнi сiввiдношення”. Так народилося тiло космосу “струнке, завдяки пропорцiї, i завдяки цьому в ньому виникла дружба, так що порушити його самототожнiсть не може нiхто, хiба що той, хто сам його створив” [4, с. 435]. Так як геометрiя — це втiлення всього прекрасного, то сам Творець — геометр. Тому елементи складаються з мiлких невидимих частинок (атомiв), якi мають форму правильних багатогранникiв (платоновi тiла). “Найдосконалiша краса” i “найбiльша досконалiсть” елементiв полягає в тому, що вони складаються з двох “найпрекраснiших прямокутних трикутникiв”, тобто атом — це не матерiальне утворення, а досконала математична форма. Контури Всесвiту Творець надав такi, “якi були б для неї пристойнi i їй спорiдненi. Він шляхом обернення округлив космос до стану сфери, тобто надав Всесвiту контури, iз всiх контурiв найбiльш досконалi i подiбнi самим до себе, а подiбне він визначив в мiрiади разiв прекраснiшим того, що не подiбне” [4, с. 436]. В центрi космосу знаходиться душа Всесвiту. Вона триєдина i подiлена на частини за математичним принципом, який є також поєднанням музичних тонiв. Душа космосу побудована за законами музичної гармонiї. Людина має такий стрiй як космос. Платон стверджував, що пiзнати гармонiю можна за допомогою симетрiї – “пропорцiйного змiшення”.

Вiдомий фiзик В. Гейзенберг (1901 – 1976) писав: “Те, що математична структура, а саме рацiональне вiдношення чисел, є витоком гармонiї, було без сумнiв, одним iз найбiльш плiдних вiдкриттiв, якi зробило людство взагалi.

Математичне сiввiдношення здатне поєднувати двi на початку незалежнi частини в дещо цiле i тим самим створювати красу... Так була сформульована фундаментальна iдея, яка склала пiзнiше основу всiх точних наук” [5, с. 271].

Зазначимо, що Гейзенберг, аналізуючи сучаснi йому досягнення фiзики елементарних частинок зазначав: “Якщо ми маємо бажання порiвняти результати сучасної фiзики частинок iз iдеями будь-якого iз давнiх фiлософiв,

то філософія Платона є найбільш адекватною: частинки сучасної фізики є представниками груп симетрії, і в цьому відношенні вони нагадують симетричні фігури платонівської філософії” [6, с. 665].

Важливо підкреслити ґносеологічний аспект платонівського тлумачення гармонії. Гармонія забезпечує можливість ясного відчуття речі, чіткого її мислення. Гармонія – це та числова структура, яка вперше організує речі і зумовлює можливість їхнього пізнання. Гармонія є умовою пізнання. Вона є також організуючим, впорядковуючим принципом, умовою, завдяки якій все існує.

Естетичні принципи давніх греків, зокрема сфера як ідеальна поверхня, коло як ідеальна лінія, рівномірний рух по колу як ідеальний рух, визначили засади побудови не тільки геоцентричної моделі Птолемея (II ст.), але й геліоцентричної моделі Н. Коперника (1473 – 1543).

Птоломей зобразив видимий складний і нерівномірний рух кожної планети як суму декількох простих рівномірних кругових рухів. Складна і громізка система Птолемея тим паче досить добре узгоджувалась із даними астрономічних спостережень навіть на момент розробки Коперником геліоцентричної системи. Сам Коперник писав [7] про те, що на його думку гармонія світу заслуговує більш простого опису за допомогою меншої кількості сфер і більш зручних їхніх поєднань. В побудові своєї моделі він виходив із естетики геометрії древніх греків. Всесвіт повинен мати кулеподібну форму, бо “це форма, яка є самою досконалою зі всіх” [7, с. 18]: таку форму мають окремі самостійні частини космосу (Сонце, Місяць), такою формою намагаються обмежити себе рідини у вільному стані. Все досягає завершення у формі кулі. З цих міркувань планети повинні мати теж форму кулі. Його учень Г. Ретік писав: “...мій наставник, наслідуючи Платона і піфагорійців, найвидатніших математиків того божественного сторіччя, вирішив, що ...потрібно тілу Землі надати кругові рухи...” [7, с. 513]. Надаючи обґрунтування круговому руху планет Коперник зазначав: “...рухливість сфери виражається в тому, що вона обертається кругом, самою цією дією відображаючи свою форму в самому простому тілі, в якому неможливо знайти ні початку, ні кінця, ні відрізнити одну частину від іншої, коли вона рухається сама по собі, проходячи через одне і те” [7, с. 20]. Як послідовник Платона, Коперник теж вважає, що Всесвіт побудовано за математичним геометричним планом. Кулеподібний Всесвіт складається із семи вкладених одна в іншу сфер: нерухомі зорі, Сатурн, Юпітер, Марс, Земля, Венера, Меркурій, а в самому центрі розташоване Сонце — управитель світу. Саме цей порядок зумовлює дивовижну симетрію Всесвіту и таке гармонійне співвідношення між рухом і розміром орбіт, якого ми іншим засобом знайти не можемо. Ці прекрасні геометричні структури і незмінні симетрії надані Богом створеному світу. Краса Всесвіту надихає вченого на пізнання і відтворення цього Божественного геометричного плану Всесвіту, простих математичних структур, незмінних симетрій. “Із числа багаточисельних і різноманітних мистецтв і наук, які спонукають інтерес і є живильною силою для людського розуму, на мій розсуд, з найбільшим жаром потрібно присвятити себе тим, які досліджують круг предметів, найбільш прекрасних і найбільш достойних пізнання. Такими є науки, які вивчають чудесні обертання у Всесвіті і біг зірок, їхні розміри і відстані, їхній схід і захід, а

також причини усіх інших небесних явищ, а потім пояснюють всю будову світу. А що є більш прекраснішим, ніж небо, яке охоплює все, що прекрасно” [7, с. 16]. Слід також зазначити, що система Коперника, як і система Птолемея, також включала епіцикли, тобто не була простою. Це було даниною геометричній естетиці сфери древніх греків.

Й. Кеплер (1571 – 1630) прийняв геліоцентричну систему Коперника і намагався за її допомогою пояснити величезний масив астрономічних спостережень за рухом планет, який йому залишив Тихо Браге. Бувши послідовником Платона, у своїй роботі він притримується естетичних принципів древніх греків. Його дороговказною зіркою протягом усього життя була впевненість у тому, що існує прихована математична гармонія Всесвіту — чудесна відповідність, співзвучність різних частин неба. Ця ідея заповонила його ще в молоді роки. Ще у своїй першій роботі «Таємниці світобуду» (1597) він намагався вивести з єдиного геометричного принципу кількість орбіт, їхні розміри і характер руху планет. Він вірив у те, що Бог “найдосконаліший із будівників, із необхідністю повинен був створити витвір, який є бездоганно красивим”, керуючись при цьому, як і земні будівники, числом і мірою. “Лінія і поверхня не містять у собі числа — тут царює безкінечне. Об’ємні тіла також. Неправильні тіла належить викинути із розгляду, бо мова йде про основу найкращим чином впорядкованої будівлі” [8]. Він вважав, що Бог, як найвище творче начало, при створенні світу повинен був керуватися ідеальними, математично вдосконалими числовими співвідношеннями і геометричними формами. У передмові до «Таємниці світобуду» він писав: “У цій книжці я маю намір довести, що всеблагий і всемогутній Бог при створенні нашого світу, який рухається, і при розташуванні небесних орбіт взяв за основу п’ять правильних багатокутників, які з часів Піфагора і Платона і до наших днів здобули такої гучної слави, вибрав число і пропорції земних орбіт, а також відношення між рухами ввібрав у відповідності з природою правильних тіл... Сутність трьох речей — чому вони мають такий устрій, а не інший — особливо цікавили мене, а саме: число, розміри і руху небесних орбіт”.

Кеплеру вдалося знайти геометричне вирішення задачі. Виходячи з єдиного геометричного принципу він дав відповідь на два питання: пояснив кількість відомих на той час планет і вивів відносні відстані між ними. Цим єдиним геометричним принципом були п’ять платонівських тіл. За Кеплером всередині сфери Сатурна вписано куб, який охоплює сферу Юпітера, далі чотиригранник, сфера Марса, дванадцятигранник, сфера Землі, двадцятигранник, сфера Венери, восьмигранник, сфера Меркурія. Куля і п’ять платонових тіл.

Проте намагаючись узгодити розрахунки із емпіричними даними, він був вимушений ввести для планет еліптичні орбіти. Б. Рассел дав таку характеристику значимості цього факту: “Відкриття першого закону, за яким планети рухаються по еліпсам, потребувало більших зусиль для звільнення від традицій, ніж це здатна зрозуміти сучасна людина... Заміна кіл еліпсами спричинила відмову від естетичної традиції, якій слідувала астрономія з часів Піфагора. Коло було досконалою формою, а небесні тіла — досконалими тілами (спочатку божествами) і навіть у Платона і Аристотеля були тісно пов’язані з божествами... Здавалося беззаперечним, що досконале тіло

повинне рухатись по досконалій фігурі» [9]. На шляху до пізнання містичної гармонії Всесвіту Кеплер вирішує у своїй третій книзі «Гармонія світу» [10] ще одну задачу: вилучити із притаманих цим фігурам числових співвідношень такі, які можна було б взяти за основу гармонії. Він вказав основні інтервали, із яких може бути побудований весь звукоряд та вивів із їхніх властивостей геометрію фігур, які можуть бути надані. Фактично він розробив свою теорію музики.

В основі моделі Всесвіту Кеплера полягають два фундаментальних принципи: геометричний (кількість планет і відстані між орбітами визначаються правильними платонівськими тілами) і гармонійний, якому підкоряються ексцентриситети і періоди обертання.

Кеплер був глибоко впевнений, що відкрив гармонію світобуду. Він писав, що гармонії, які утворені окремими планетами, відносяться до гармоній, які утворені парами планет, як одноголосий спів до багатоголосого. Небесні рухи є не на мить не затихаюча багатоголоса музика, яка сприймається не слухом, а розумом.

Усе своє життя Кеплер присвятив пошуку математичних законів містичної таємничої гармонії світобуду, яка була започаткована Богом. На цьому шляху під тиском реальних емпіричних даних астрономічних спостережень Тихо Браге він відкрив три закони, які склали основу для формулювання Ньютоном закону всесвітнього тяжіння.

**Висновки.** Віра у красу, велич і математичну досконалість Всесвіту, яка знайшла втілення у концепції гармонії, розробленій давньогрецькими філософами і була розвинута в подальшому в роботах християнських вчених Н. Коперніка і Й. Кеплера має витoki у їхніх релігійних поглядах. Незалежно від того, якої конкретно релігійної доктрини вони притримувалися, домінантою їхнього світогляду була віра в Бога, який створив Всесвіт за єдиним планом, за законами гармонії, а також віра в можливість пізнання цих законів за допомогою математики.

Наприкінці зазначимо, що саме осягнення естетики фізики, історії, а деколи і драми, фізичних ідей і людських доль (це може бути віднесене до будь-якої науки) — всього того, що складає живу тканину фізики сприяло б дійсній «гуманізації» науки, техніки і світогляду спеціалістів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Gapochenko S. Aesthetic principles in history of physics // S. Gapochenko, H. Khlyar. *Almagest. International Journal for the History of Scientific Ideas*. – 2016. 7 (2). – P. 104-119.
2. Гапоченко С. Естетичний аспект парадигми сучасної фізики // С. Гапоченко, А. Мамалуй. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Сер. Історія науки і техніки. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2014. – №59 (1101), с. 64-70
3. Эйнштейн А. Бог не играет в кости. Моя теория относительности. М: Алгоритм. – 2017. – 256 с.
4. Платон. Филеб. Тимей / Собр.соч. в 4-х т., т. 3. – М.: Мысль, 1994. – 654 с.
5. Гейзенберг В. Шаги за горизонт. – М.: Прогресс, 1987. – 368 с.

6. Гейзенберг В. Природа элементарных частиц // Успехи физических наук. – 1977. – т. 121. – вып.4. – с. 657-668.
7. Коперник Н. О вращениях небесных тел. – М.: Наука. – 1964. – 653 с.
8. Данилов Ю. А. Прекрасный мир науки. / Сборник. Сост. А. Г. Шадрина. Под общ. ред. В. И. Сачнюка, Д. И. Трубецкого. – М.: Прогресс-Традиция, 2008. – 384 с.
9. Рассел Б. История западной философии. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://psylib.org.ua/books/rassb01/txt45.htm>
10. The Harmony of the World by Johannes Kepler. /Transl. into English by E.J. Aiton, A.M. Dunkan, J.V. Field. Memoirs of the American Philosophical Society held at Philadelphia. 1997. – V.209. – 520 P.